ISTITUTO CHIMICO AGRARIO SPERIMENTALE
DI
GORIZIA

SERIE 2A DEI NUOVI ANNALI
PUBBLICAZIONE N. 51

ELVIRA MARTELLANI, ANNAMARIA BISIACH e RITA BRESSAN

LA DISTRIBUZIONE DEL MOLIBDENO NELLA PIANTA DI CICLAMINO

Estratto da *Atti del Convegno Nazionale di Floricoltura - Trieste, 1-3 maggio 1967*

ISTITUTO CHIMICO AGRARIO SPERIMENTALE
DI
GORIZIA

SERIE 2A DEI NUOVI ANNALI
PUBBLICAZIONE N. 51

ELVIRA MARTELLANI, ANNAMARIA BISIACH e RITA BRESSAN

LA DISTRIBUZIONE DEL MOLIBDENO NELLA PIANTA DI CICLAMINO

Estratto da *Atti del Convegno Nazionale di Floricoltura - Trieste, 1-3 maggio 1967*

ELVIRA MARTELLANI, ANNAMARIA BISIACH e RITA BRESSAN

LA DISTRIBUZIONE DEL MOLIBDENO NELLA PIANTA DI CICLAMINO

La coltivazione in vaso del ciclamino su scala industriale è molto sviluppata nella Regione Friuli-Venezia Giulia presso numerose aziende floricole specializzate.

Il miglioramento colturale del ciclamino potrebbe quindi rivestire un interesse economico di notevole importanza locale.

Presso l'Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia sono state recentemente iniziate ricerche sperimentali di laboratorio e colturali aventi per l'appunto lo scopo di fornire elementi atti a indirizzare, su basi razionali e scientificamente controllate, la concimazione e la preparazione dei terricci per la coltura in vaso del ciclamino.

A noi sono state affidate alcune ricerche analitiche sulla composizione elementare della pianta di ciclamino con lo scopo di definirne le esigenze minerali e gli squilibri nutrizionali.

Su tale argomento nella letteratura mancano, per quanto consta a noi, specifici studi particolarmente nei riguardi dei microelementi nutritivi.

Del lavoro analitico intrapreso ci limitiamo ad illustrare in questa nota la distribuzione media del molibdeno nei vari organi della pianta, nello stato di normale nutrizione, all'epoca della sua massima fioritura.

Fra gli elementi micronutritivi abbiamo ritenuto opportuno prendere in considerazione per primo il molibdeno essendo questo l'unico elemento nutritivo che in condizioni di acidità del mezzo di coltura — gradi di acidità che per il ciclamino rappresentano l'optimum (pH 5-6) — va incontro a fenomeni di insolubilizzazione. Per tale ragione non è da escludere che possano verificarsi con una certa frequenza stati di insufficienza molibdica influenzanti l'equilibrio nutrizionale della pianta e quindi anche il suo normale sviluppo e la sua resa economica.

In tale situazione l'uso dell'analisi chimica di un adatto organo della pianta può riuscire di grande utilità nella diagnosi della eventuale deficienza nutrizionale.

MATERIALI

Le analisi sono state eseguite su piante di ciclamino, complessivamente 18, raggruppate in tre lotti di sei piante ciascuno, che provenivano da tre diverse aziende floricole specializzate residenti nella Regione Friuli-Venezia Giulia.

I tre gruppi di provenienza sono qui indicati con tre lettere: gruppo A, gruppo B e gruppo C.

Le piante, tutte della medesima cultivar, apparentemente sane e normali, in fase di massima fioritura, presentavano notevoli differenze di sviluppo a seconda della provenienza.

I dati riportati nel Prospetto 1 illustrano tale situazione.

Le sei piante di ciascun gruppo di provenienza sono state suddivise in varie parti (organi o parti di essi) e accuratamente lavate dapprima con acido cloridrico diluito e poi con acqua distillata per eliminare eventuali inquinamenti minerali dovuti a residui di pesticidi e a imbrattamenti con sostanza terrosa.

Per ciascuna parte così suddivisa, è stato determinato il peso a fresco, l'umidità, il peso a secco (in stufa a 105°). Coi dati così ottenuti è stata calcolata la media di ciascun gruppo.

I dati stessi sono poi stati ulteriormente elaborati in medie generali rappresentanti gli organi di una «pianta standard media» di ciclamino nella fase di massima fioritura. La nostra «pianta standard media» è risultata perciò costituita dalla media delle 18 piante esaminate.

I pesi a fresco, le umidità, i pesi a secco (in stufa a 105°) e i rapporti percentuali in peso delle varie parti sono indicati nel Prospetto 3.

In questa pianta media il 66% della sostanza secca risulta rappresentato dalle parti epigee. Più precisamente: il 45% è costituito dalle foglie (lamine e piccioli) e il 21% dai fiori. Il rimanente 34% delle parti ipogee è formato per un 20% dal tubero e per un 14% dalle radici.

L'indice della efficienza nutrizionale della pianta, rappresentato dal rapporto fra il peso (sostanza secca) dell'apparato foliare e il peso (sostanza secca) dell'apparato radicale, nella nostra pianta media assume il valore di 1.3. Ovviamente a un più elevato valore indice corrisponde una maggior efficienza nutrizionale della pianta.

Nei tre gruppi di piante (Prospetto 2) l'indice più elevato è raggiunto dalle piante del Gruppo A con un valore di 2,1.

Il rapporto fra il numero delle foglie e il numero dei fiori, che rappresenta l'indice della capacità produttiva economica della pianta, è di 0.54

nella pianta media standard, di 0.68 nelle piante del gruppo A, di 0.45 nelle piante del gruppo B e di 0.40 nelle piante del gruppo C.

Evidentemente fra le piante delle tre provenienze da noi prese in considerazione quelle del gruppo A possiedono una efficienza nutrizionale e una capacità produttiva decisamente più elevate delle piante degli altri due gruppi.

Le piante del gruppo A presentano quindi i requisiti migliori per la utilizzazione commerciale.

METODI

La mineralizzazione della sostanza vegetale è stata effettuata per via umida con attacco nitro-perclorico secondo il procedimento di Kahane [7].

Il molibdeno è stato determinato per via spettrofotometrica col metodo al tiocianato - cloruro stannoso - etere isopropilico [4]. Il molibdeno «assimilabile» dei terreni è stato determinato col metodo di Grigg [14], estrazione col tampone ossalico di Tamm a pH 3.3 e dosaggio come sopra.

Il molibdeno «totale» dei terreni è stato solubilizzato con acido nitro-perclorico e dosato come sopra.

Il pH del terreno è stato determinato per via potenziometrica con KCl N/1 e con un rapporto terreno/estraente di 1 : 5.

RISULTATI E LORO DISCUSSIONE

Nel Prospetto 4 sono riportati i dati del tenore molibdico delle varie parti costitutive della pianta di ciclamino separatamente per i tre gruppi di provenienza da noi presi in esame.

Dagli stessi dati sono derivati, per calcolo, i tenori medi generali della «pianta standard media» di ciclamino. I risultati sono riportati nel Prospetto 5. Non è stato effettuato il calcolo statistico dell'errore standard delle medie data l'esiguità numerica delle analisi eseguite per ciascuna delle parti in cui la pianta è stata suddivisa.

I dati del Prospetto 5 illustrano la distribuzione del molibdeno nella pianta media di ciclamino.

Le radici reppresentano l'organo decisamente più ricco di Mo contenendo quantità molto elevate dell'elemento, quantità che raggiungono una media generale di 71.3 mg. di Mo per Kg. di sostanza secca, media compresa fra un limite massimo di 111.0 ppm nelle piante del gruppo A e un limite minimo di 46.7 ppm nelle piante del gruppo B.

La quantità di Mo presente nelle radici della pianta media costituisce la metà della quantità di Mo presente in tutta la pianta.

Prospetto 1 - Sostanza fresca e umidità delle piante di ciascun gruppo di provenienza

	Quantità degli organi			Sostanza fresca			Umidità		
	Gruppo A n	Gruppo B n	Gruppo C n	Gruppo A g	Gruppo B g	Gruppo C g	Gruppo A %	Gruppo B %	Gruppo C %
lamine				64,3	58,1	23,1	91,1	90,6	92,0
piccioli				44,5	36,2	14,9	93,4	92,5	94,5
apparato foliare	34	29	15	108,8	94,3	38,0	92,0	91,3	93,0
fiori				15,7	10,9	3,8	88,7	87,3	89,5
peduncoli				55,6	25,7	12,8	94,8	93,4	94,0
apparato fiorale	23	13	6	71,3	36,6	16,6	93,5	91,6	93,0
radici				15,7	20,6	10,0	89,8	86,6	88,6
tubero				17,0	37,4	8,6	85,8	85,6	86,8
apparato radicale	1	1	1	32,7	58,0	18,6	87,7	85,0	88,2
parti epigee				180,1	130,9	54,6	92,6	91,4	93,0
parti ipogee				32,7	58,0	18,6	87,7	85,0	88,2
pianta intera	1	1	1	212,8	188,9	73,2	91,9	89,6	91,8

Prospetto 2 - Sostanza secca a 105° delle piante di ciascun gruppo di provenienza

	Sostanza secca (a 105°)						Sostanza secca (a 105°) in % della sostanza secca della pianta intera					
	Gruppo A g		Gruppo B g		Gruppo C g		Gruppo A %		Gruppo B %		Gruppo C %	
lamine		5,72		5,46		1,85		33,0		27,8		30,6
piccioli		2,94		2,72		0,82		17,0		13,9		13,6
apparato foliare	8,66		8,18		2,67		50,0		41,7		44,2	
fiori		1,77		1,39		0,40		10,2		7,1		6,6
peduncoli		2,89		1,70		0,77		16,6		8,6		12,8
apparato fiorale	4,66		3,09		1,17		26,8		15,7		19,4	
radici		1,60		2,76		1,14		9,2		14,0		18,9
tubero		2,42		5,61		1,06		14,0		28,6		17,5
apparato radicale	4,02		8,37		2,20		23,2		42,6		36,4	
parti epigee		13,32		11,27		3,84		76,8		57,4		63,6
parti ipogee		4,02		8,37		2,20		23,2		42,6		36,4
pianta intera	17,34		19,64		6,04		100,0		100,0		100,0	

Prospetto 3 - Pianta media di ciclamino (sostanza fresca, umidità, sostanza secca a 105°)

	Sostanza fresca g		Umidità %		Sostanza secca g		Sostanza secca in % della sostanza secca totale %	
lamine		48,5		91,2		4,34		30,5
piccioli		31,9		93,5		2,16		14,8
apparato foliare	80,4		92,1		6,50		45,3	
fiori		10,1		88,5		1,18		7,9
peduncoli		31,4		94,1		1,79		12,7
apparato fiorale	41,5		92,7		2,97		20,6	
radici		15,4		88,3		1,83		14,1
tubero		21,0		85,9		3,03		20,0
apparato radicale	36,4		87,2		4,86		34,1	
parti epigee		121,9		92,3		9,47		65,9
parti ipogee		36,4		87,2		4,86		34,1
pianta intera	158,3		91,1		14,33		100,0	

Prospetto 4 - Molibdeno nelle piante di ciascun gruppo di provenienza

	Mo sulla sostanza secca			Mo in % del contenuto totale della pianta intera		
	Gruppo A ppm	Gruppo B ppm	Gruppo C ppm	Gruppo A %	Gruppo B %	Gruppo C %
lamine	15,00	5,75	4,50	20,7	11,2	7,8
piccioli	23,75	1,75	9,71	16,9	1,6	7,4
apparato foliare	17,90	4,41	6,06	37,6	12,8	15,2
fiori	16,78	25,00	11,50	7,1	12,4	4,3
peduncoli	8,00	45,00	13,50	5,6	27,3	9,8
apparato fiorale	11,33	35,98	12,81	12,7	39,7	14,1
radici	111,00	46,75	56,28	42,9	46,0	60,5
tubero	11,75	0,75	10,20	6,8	1,5	10,1
apparato radicale	51,24	15,92	34,04	49,7	47,5	70,6
parti epigee	15,62	13,05	8,09	50,3	52,5	29,4
parti ipogee	51,24	15,92	34,04	49,7	47,5	70,6
pianta intera	23,87	14,24	17,53	100,0	100,0	100,0

Altri ricercatori [3, 5, 6, 12] avevano messo in evidenza una maggior ricchezza di Mo negli apparati radicali di diverse leguminose, ricchezza particolarmente localizzata nei tubercoli radicali.

Nel caso delle leguminose queste relative forti concentrazioni di molibdeno nelle radici trovano plausibile giustificazione nella presenza e nella attività metabolica e simbiotica del Rhizobium leguminosarum [6].

Non così per il ciclamino dove l'elevata concentrazione di Mo nelle radici deve evidentemente avere un'origine diversa.

Prospetto 5 - Molibdeno nella pianta media di ciclamino

	Tenore di Mo sulla sostanza secca (a 105°) ppm		Contenuto di Mo in % del contenuto totale della pianta intera %	
lamine		8,44		13,2
piccioli		11,73		8,7
apparato foliare	9,47		21,9	
fiori		17,76		7,9
peduncoli		22,16		14,2
apparato fiorale	20,04		22,1	
radici		71,34		49,8
tubero		7,56		6,2
apparato radicale	33,73		56,0	
parti epigee		12,25		44,0
parti ipogee		33,73		56,0
pianta intera	18,55		100,0	

Il dubbio che si tratti di un inquinamento dovuto a particelle terrose rimaste aderenti alle radici non può sussistere [11]. Nel caso nostro meno che mai giacchè il lavaggio da noi effettuato a fondo con acido cloridrico diluito e con acqua è stato molto accurato in particolar modo sulle parti della pianta che si trovavano a contatto diretto del terreno.

D'altra parte, anche ammettendo che malgrado l'accurato lavaggio le radici fossero rimaste inquinate con qualche residuo terroso, ciò non spiegherebbe lo stesso la presenza di quantitativi tanto elevati di Mo. Per convincersene basta osservare i dati del Prospetto 6 in cui sono indicati i livelli

molibdici dei terreni di coltura delle nostre piante: è evidente che poche particelle di terreno, eventualmente inquinanti le radici, non possono assolutamente modificare in modo sensibile i tenori molibdici delle stesse radici.

Si deve perciò concludere presumendo che esista una ragione funzionale metabolica, a noi sconosciuta, che giustifichi questa elevatissima concentrazione molibdica nelle radici del ciclamino.

In contrapposizione alla ricchezza molibdica delle radici sta la scarsità dell'elemento nel tubero. Questo organo infatti rappresenta nella pianta di ciclamino la parte più povera di molibdeno con un tenore di 7.5 mg. di Mo per Kg. di sostanza secca nella media generale ma che raggiunge il bassissimo limite di 0.7 ppm nelle piante del gruppo B.

Per quanto riguarda le parti epigee, osservando i tenori molibdici della pianta media (Prospetto 5) saremmo portati a definire i fiori come gli organi epigei più ricchi d molibdeno. Se però prendiamo in considerazione la distribuzione dell'elemento nelle piante di ciascun gruppo (Prospetto 4) osserviamo allora che i dati analitici che concorrono al calcolo delle medie sono talmente erratici e di così ampia variabilità da infirmare il valore reale della media calcolata.

Prospetto 6 - Reazione (pH) e livelli molibdici dei terreni di coltura (sulla terra integra secca all'aria)

		gruppo A	gruppo B	gruppo C
Mo totale	ppm	3.14	2.76	1.30
Mo assimilabile (met. Grigg)	ppm	1.14	1.29	0.46
pH in KCl N/1 (potenz.)		7.1	7.1	7.3

Non possiamo pertanto concludere sulla distribuzione media del molibdeno nelle parti epigee.

Nè possiamo ancora dare indicazioni circa l'organo più adatto per una analisi chimica qualora attraverso questa metodica volessimo valutare lo stato molibdico della pianta o volessimo diagnosticare una presunta sua deficienza molibdica.

Infine ci sembra opportuno rilevare l'inesistenza, limitatamente ai casi qui da noi esaminati, di una relazione fra il tenore molibdico della pianta o di una qualsiasi sua parte organica, e il livello molibdico del terreno sia esso considerato nella forma «totale» che nella forma «assimilabile».

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le conclusioni che si possono trarre dai risultati di questa nostra ricerca sono ovviamente invalidate dalla esiguità del numero delle osservazioni compiute.

Pertanto se le conclusioni non potranno essere ritenute come definitive, potranno tuttavia senza dubbio assumere un valore di larga indicazione orientativa per il proseguimento delle nostre successive indagini tendenti a definire gli equilibri nutrizionali della pianta di ciclamino.

Soltanto operando su queste basi di ricerca potranno essere conosciute e determinate le esigenze nutrizionali della pianta e conseguentemente potranno essere stabilite sia le razionali norme di concimazione sia anche la composizione ottimale del substrato artificiale di coltura.

Per quanto riguarda lo stato molibdico della pianta, il giudizio che può venire espresso attraverso la determinazione chimica del contenuto in Mo, o della pianta intera o di un determinato adatto organo di essa, non sempre può essere ritenuto corretto e valido. Difficilmente infatti può essere definito un livello ottimale o una soglia di carenza o di eccesso di un elemento se non vengono presi in considerazione contemporaneamente altri fattori esplicanti azioni di antagonismo o di sinergismo nella funzionalità metabolica dell'elemento considerato.

Di questa condizione — espressa dagli equilibri ionici della pianta e valida per ciascun elemento nutritivo — il molibdeno risente forse con evidenza maggiore rispetto agli altri elementi minerali della pianta.

Nella letteratura non mancano indagini e richiami sulle interazioni del Mo con altri elementi macro e micronutritivi.

Una correlazione positiva, ammessa da tutti i ricercatori, esiste fra molibdeno e fosforo. Altre correlazioni positive sono state studiate e dimostrate tra Mo e K [16, 14], fra Mo e B[2].

Fra le interazioni negative note e accertate sono quelle fra Mo e SO_4 [15, 13], fra Mo e Mn [13, 1], fra Mo e Cu[9, 10].

Specialmente il rapporto antagonistico Mo/Cu ha formato oggetto di numerose particolari ricerche.

I risultati delle indagini analitiche che abbiamo in corso potranno fornire ulteriori notizie relative alle varie interazioni indicate.

Che il molibdeno possa rappresentare un elemento di particolare interesse agrario, nella nutrizione minerale del ciclamino è indubitato e ovvio qualora si tenga in considerazione gli stati di insolubilizzazione cui va incontro l'elemento stesso nel terreno ai valori di pH ottimali per la coltura di ciclamino.

A questo aggiungasi sia la frequente povertà delle dotazioni nutritive di molte torbe, che vengono normalmente impiegate nella preparazione dei substrati di coltura [8], sia infine i mancati apporti concimanti con specifici microelementi di cui la pianta potrebbe avere particolari esigenze.

In questa classe di elementi nutritivi, come risulta chiaramente dai dati riferiti in questa nota, possiamo sicuramente inserire il molibdeno.

L'elevato tenore molibdico specialmente di alcuni organi di tutte le piante analizzate fa presumere infatti che le esigenze del ciclamino in fatto di molibdeno siano notevoli.

Infine l'accertato fenomeno dell'accumulo di molibdeno nelle radici, accumulo che probabilmente ha una ragione funzionale che a noi sfugge, meriterebbe a nostro avviso, di essere opportunamente indagato.

Ringraziamo il Prof. Renzo Candussio, Direttore dell'Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia, per la valida guida che ci ha offerto nella impostazione ed esecuzione del lavoro e per i suggerimenti che ci ha largamente fornito nella stesura di questa nota.

BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, A. J., SPENCER, D., Australian J. Sci. Res., B, 3, 414-430, 1950.
2. ANDERSON, A. J., 1952. J. Australian Inst. Agr. Sci., 18, 159-162.
3. CANDUSSIO, R., Genetica agraria, IX, 194-226, 1958.
4. CANDUSSIO, R., Nuovi Ann. dell'Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia, II, 8, 1959.
5. JENSEN, H. L., BETTY, R. C., Proc. Linnean Soc. N. S. Wales, 68, 1-8, 1943.
6. JENSEN, H. L., Proc. Linnean Soc. N. S. Wales, 72, 265-291, 1947.
7. KAHANE, E., Action de l'acide perchlorique sur les matières organiques et ses applications analytiques. Hermann et C., Paris, 1934.
8. MAC KAY, D. C., CHIMPAN, E. W., GUPTA, U. C., 1966. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30, 755-759.
9. MILLIKAN, C. R., J. Australian Inst. Agr. Sci., 13, 181-186, 1947.
10. MILLIKAN, C. R., 1948. Nature, 161, 528.
11. MITCHELL, R. L., The spectrochemical analysis of plant material. In «Analyse des plantes et problimes des engrais minéraux», 48-67, VIII Congr. Inter. de Botanique, Paris, 1954.
12. MULDER, E. G.. Plant and Soil, 1, 94-119, 1948.
13. MULDER, E. G., 1954. Plant and Soil., 5, 368-415.
14. ROSSITER, R. C., 1952. Australian J. Agr. Res., 3, 244-258.
15. STOUT, P. R., 1951. Plant and Soil, 3, 51-87.
16. TRUMBLE, H. C., FERNES, H. M., 1946. J. Australian Inst. Agr. Sci., 12, 32-43.
17. VISINTINI ROMANIN, M., Nuovi Studi della Staz. Chim. Agr. Sper. di Udine, 28, 1960.

RIASSUNTO

L'indagine aveva lo scopo di determinare la distribuzione del molibdeno, all'epoca della piena fioritura, nelle piante di ciclamino coltivate in terricci artificiali in vaso.

I risultati possono essere schematizzati nei seguenti punti.

1) *E' stato accertato un fenomeno di forte accumulo di molibdeno nelle radici (*Mo *mg/Kg sost. secca: media 71.3, min. 46.7, max 111.0).*

2) *In contrapposizione alla ricchezza molibdica delle radici è stata rilevata una povertà ell'elemento nel tubero (*Mo *mg/Kg sost. secca: media 7.5, min. 0.7, max 11.7).*

3) *Nelle parti epigee l'apparato fiorale (fiori e peduncoli fiorali) nella media generale è risultato più ricco in molibdeno che non l'apparato foliare (foglie e piccioli), rispettivamente* Mo *mg/ Kg sost. secca 20.0 e 9.5. Tuttavia, nelle diverse piante analizzate, la variabilità dei tenori molibdici è risultata sempre di notevole ampiezza.*

4) *Non è stata rilevata alcuna correlazione fra* Mo *assimilabile del terreno (met. Grigg) e tenore molibdico medio delle piante.*